BCG
BIODIVERSITY CONSULTANT GROUP

Minera Panamá

PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) CATEGORÍA III

INFORME DEL PROYECTO DE MONITORIZACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LOS CRUCES DE FAUNA

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13043 13044	2015-2016	BIODIVERSITY CONSULTANT GROUP	08/16/2016

Biodiversity Consultant Group (BCG)

Calle 71, San Francisco, Chalet 50, segunda planta
Teléfono: 203-6384

Equipo Administrativo:

Msc. César Jaramillo -**Gerente**
Msc. Marelys Torres -**Gerente de Proyectos**
Téc. Benjamín Walker -**Logística**

Equipo de Especialistas:

MSc. Ricardo Moreno -**Mastozoología (Mamíferos en general y felinos silvestres**)
MSc. Pedro Méndez -**Mastozoología (Mamíferos en general y Primates no humanos)**
MSc. César Jaramillo -**Herpetología (Anfibios y reptiles)**
MSc. Marelys Torres -**Gestión Ambiental**
MSc. Alvin Zapata -**Botánica**
Téc. Laurencio Martínez-**Botánica**
Téc. Benjamín Walker -V**ida silvestre**

2016 BCG Panamá

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 4
OBJETIVOS 5
METODOLOGÍA 5
Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna 5
Instalación de las Cámaras Trampas 6
Instalación de Trampas de Lodo 8
Indicadores 9
Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas 9
Indicadores 10
Cruce de Fauna Arborícola 10
RESULTADOS 13
Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna 13
Indicador 1: El total de cruces (todas las especies en conjunto y cada especie individualmente) es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para Cruce de Fauna, que en ubicaciones al azar (prueba "*t*"). 13
Indicador 2: Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente. 18
Indicador 3: Relación de las capturas de la trampa de lodo (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente. 22
Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas 26
Indicador 1: Número promedio de cruces por periodos de 45 días (especies en conjunto e individualmente). 26
Indicador 2: Relación promedio del éxito de cruces por un periodo de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos) por especies en conjunto e individualmente. 28
Cruces de Fauna Arborícola 30
Selección y recomendación de sitios para la instalación de estructuras de cruce de fauna arborícola. 30
Recomendaciones para el diseño de las estructuras para cruce de fauna arborícola 33
REGISTRO FOTOGRÁFICO 35

INTRODUCCIÓN

El Distrito de Donoso, alberga uno de los bosques menos estudiados del país, bosques muy importantes para el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), por su extensión no fragmentada y por encontrarse cercanos al Parque Nacional Omar Torrijos en la Provincia de Coclé y el Parque Nacional Santa Fe en la Provincia de Veraguas, sitios que en conjunto forman lo que se denomina "El Corredor del Jaguar".

Durante estudios con cámaras trampas, realizados en el área de Donoso durante los años 2011 al 2013, se reportó la presencia del 100% de las especies de Mamíferos consideradas Especies de Interés (EdI) del Proyecto Cobre Panamá, como también otras especies de gran importancia ecológica como la oncilla (*Leopardus tigrinus*), el perrito de monte (*Speothos venaticus*) y el puerco de monte (*Tayassu pecari*), sobre el trazado de la carretera que une actualmente las instalaciones principales del proyecto (Mina) con la instalaciones del Puerto en Punta Rincón (en la Costa del Caribe). Gracias a estos estudios fue posible identificar los puntos críticos sobre el alineamiento de la futura carretera, en donde hay indicios de su uso frecuente, como sitios de paso para mamíferos.

Con toda esta información, se identificaron las localidades y tipos de estructuras de Cruces de Fauna que se ajustaban a las necesidades de la fauna local y de las características topográficas y de ingeniería de la obra y durante el año 2013 y 2014 durante la construcción de esta carretera se instalaron las estructuras de Cruce de Fauna. A partir del 2015 se inició la evaluación de la efectividad de estos Cruces de Fauna y también se están haciendo observaciones del movimiento actual de la fauna, para posteriormente compararlo con el conocimiento que se tiene previo a la construcción de la carretera y de las estructura de pasos de fauna.

Como parte de este proyecto también se realizó una inspección aérea, utilizando un Drone (Vehículo Aéreo No Tripulado), con cámara de alta definición (HD), para localizar posibles puntos que sean adecuados para construir Cruces de Fauna Arborícola a lo largo de esta carretera a la costa.

OBJETIVOS

- Evaluar las tasas globales del paso de animales a través de los Cruces de Fauna tanto en la estación lluviosa como en la seca.
- Determinar si los animales muestran una frecuencia de cruce más alta de lo esperado en los sitios en dónde se han instalados las estructuras para Cruce de Fauna.
- Determinar si los animales están utilizando las estructuras para cruce y si los patrones de uso están cambiando con el paso del tiempo.
- Identificar las especies que hace uso de los Cruces de Fauna, su estacionalidad y la variación diaria en su uso.
- Ubicar y recomendar posibles sitios para el cruce de animales arborícolas.

METODOLOGÍA

Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna

Este componente del proyecto se realizó dos veces en este primer año de muestreo, uno en la estación lluviosa y otro en la estación seca. Cada uno de estos dos ciclos de recopilación de data se completó en 45 días. El ciclo correspondiente a la estación lluviosa se realizó del 14 de julio al 27 de agosto de 2015 y el ciclo correspondiente a la estación seca se realizó del 25 de febrero al 9 de abril de 2016.

Para recopilar la información necesaria de este componente del monitoreo, se utilizó una combinación de cámaras trampas y trampas de lodo, para comparar las tasas de cruce en las ubicaciones donde se han construido estructuras para Cruce de Fauna.

El objetivo de este componente del programa de monitoreo no es ver directamente la efectividad de las estructuras construidas para Cruce de Fauna, sino determinar si los animales demuestran una frecuencia de cruce más alta de lo esperado, en los sitios donde se han instalado estas estructuras. Esto confirmará, si la construcción de la carretera no ha producido cambios en los lugares preferidos para cruce, identificados a lo largo de la carretera, en las campañas previas de cámaras trampas.

Se instalaron 18 estaciones de monitoreo (nueve sitios donde existen estructuras para Cruce de Fauna y 9 sitios de control seleccionados aleatoriamente a lo largo de la carretera a la costa). En cada estación se instalaron 4 cámaras trampas (dos a cada lado de la carretera). La idea original era colocar a cada lado de la carretera, en cada una de las 18 estaciones, seis trampas de lodo, sin embargo cuatro de las estaciones dónde existían estructuras de Cruces de Fauna, tenían una base de concreto a su salida lo que no permitió enterrar las trampas de lodo en dichos sitios, por lo que sólo fueron instaladas las seis trampas de lodo a cada lado de la carretera en cinco estaciones con estructuras existentes de Cruce de fauna y cinco estaciones en sitios aleatorios.

Instalación de las Cámaras Trampas

En las Tablas N°1 y N°2 se muestran las coordenadas de las estaciones donde fueron colocadas las cámaras trampa, en sitios dónde existían estructuras de Cruce de Fauna y en sitios aleatorios, respectivamente. En total se instalaron, para cada una de las 18 estaciones de monitoreo, cuatro cámaras trampas (modelo Cuddeback Black Flash E3, programadas para realizar tomas cada cinco segundos), dos a cada lado de la carretera (Figura N°1), haciendo un total de 72 cámaras trampas instaladas.

En cada uno de los lados de la carretera una cámara apuntaba en dirección a la carretera (en los sitios con estructuras de Cruce de Fauna, mirando hacia la entrada del Cruce) y la otra opuesta a la carretera (en los sitios con estructuras de Cruce de Fauna, mirando opuesta a la entrada del Cruce), Esta distribución y cantidad de cámaras, permite observar si los animales de paso por la estación cruzan la carretera, ya sea por los Cruces de Fauna habilitados o por sitios sin estas estructuras; y en algunos casos posibilita la identificación de individuos a través de sus marcas y patrones de manchas naturales, especialmente en los felinos y conejos pintados.

Las trampas cámara fueron instaladas utilizando estacas y/o soportes para evitar que se movieran y además fueron protegidas en su interior, con bolsas de absorbente de humedad, para minimizar su afectación por la humedad que caracteriza a esta región del Caribe de nuestro país. Las 18 estaciones de cámaras trampas fueron instaladas en un periodo de cinco días, el tiempo de instalación de cada estación dependía del clima y la facilidad de acceso a los puntos de monitoreo.

Al finalizar cada ciclo (45 días de estación seca y 45 días de estación lluviosa), se aplicará una prueba "*t*" para determinar si hay una diferencia estadística significativa, en las tasas de cruce de las ubicaciones donde se han colocado estructuras para Cruce de Fauna, en comparación con ubicaciones al azar a lo largo de la carretera. Esta prueba se realizará tanto para las tasas totales de cruce, como para las tasas de cruce de especies individuales.

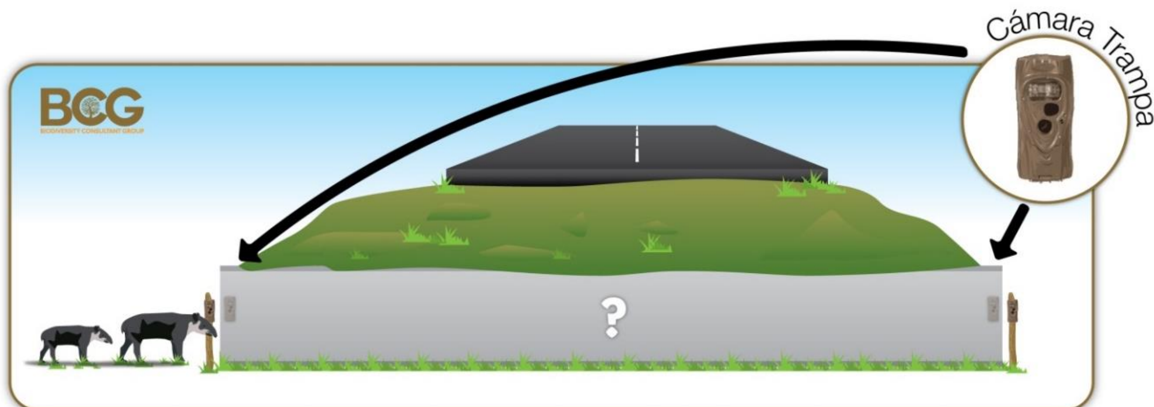


Figura N°1. Esquema de la ubicación de las cámaras trampa en la entrada y salida de un Cruce de Fauna.

Tabla N° 1. Coordenadas de la ubicación de las cámaras trampas en las nueve estaciones que presentaban estructuras de Cruce de Fauna construidas.

Sitio	Coordenadas	Código	Altura (msnm)
Cruce de Fauna N° 1	17 P 0533704 0994208	T 1 Derecha	109
	17 P 0533683 0994166	T1 Izquierda	105
Cruce de Fauna N° 2	17 P 0533035 0994039	T2 Derecha	65
	17 P 0533032 0994005	T2 Izquierda	64
Cruce de Fauna N° 3	17 P 0532548 0993790	T3 Derecha	84
	17 P 0532570 0993769	T3 Izquierda	77
Cruce de Fauna N°4	17 P 0532470 0993535	T4 Derecha	86
	17 P 0532502 0993551	T4 Izquierda	85
Cruce de Fauna N° 5	17 P 0532231 0992494	T5 Derecha	81
	17 P 0532263 0992477	T5 Izquierda	103
Cruce de Fauna N° 6	17 P 0533726 0988517	T6 Derecha	66
	17 P 0533765 0988529	T6 Izquierda	68
Cruce de Fauna N° 7	17 P 0533840 0987764	T7 Derecha	40
	17 P 0533811 0987770	T7 Izquierda	46
Cruce de Fauna N° 8	17 P 0535464 0986158	T8 Derecha	30
	17 P 0535423 0986182	T8 Derecha	34
Cruce de Fauna N° 9	17 P 0538132 0984314	T9 Derecha	82
	17 P 0538172 0984337	T9 Izquierda	102

Tabla N° 2. Coordenadas de la ubicación de las nueve estaciones de cámaras trampas colocadas en sitios aleatorios.

Sitio	Kilometraje	Coordenadas	Código	Altura (msnm)
PA N° 1	4km+800m	17 P 0532390 0993050	PA N°1 Derecha	98
		17 P 0532460 0993034	PA N°1 Izquierda	82
PA N° 2	7km+050m	17 P 0532332 0991029	PA N° 2 Derecha	46
		17 P 0532453 0991094	PA N° 2 Izquierda	61
PA N° 3	8km+600m	17 P 0533331 0989876	PA N° 3Derecho	93
	7km+900m	17 P 0533017 0990456	PA N°3 Izquierdo	94
PA N° 4	12km+100m	17 P 05344637 0987217	PA N° 4 Derecho	45
		17 P 0534613 0987305	PA N° 4 Izquierdo	50
PA N° 5	12km+800m	17 P 0535261 0987037	PA N° 5 Derecho	59
		17 P 0535201 0987005	PA N° 5 Izquierdo	61
PA N° 6	14km+700m	17 P 0536053 0986176	PA N° 6 Derecha	64
		17 P 0536197 0986306	PA N° 6 Izquierda	93
PA N° 7	15km+100m	17 P 0536368 0986028	PA N° 7 Derecha	63
		17 P 0536560 0986048	PA N° 7 Izquierda	96
PA N° 8	16km+700m	17 P 0537407 0985041	PA N° 8 Derecha	113
		17 P 0537557 0985014	PA N° 8 Izquierda	108
PA N° 9	18km +300m	17 P 0537557 0985014	PA N° 9 Derecha	120
		17 P 0538678 0983566	PA N° 9 Izquierda	120

Instalación de Trampas de Lodo

Se instalaron 10 Estaciones de Trampas de Lodo, cada una formada por 6 trampas de lodo a cada lado de la carretera (Figura N°2), haciendo un total de 120 trampas de lodo colocadas. Cada trampa de lodo tenía una dimensión de 52 x 22 x 10 cm. Como a cada lado de la carretera se colocaban seis trampas, en total ellas cubrían una superficie de 156 x 66 cm (aproximadamente 1 m^2 de superficie).

En la Tabla N°3 y N°4 se muestran las coordenadas de las estaciones en donde fueron instaladas trampas de lodo, tanto en los sitios con instalaciones de Cruces de Fauna como en los sitios aleatorios, respectivamente.

Tabla N°3. Coordenadas de las cinco estaciones con trampas de lodo colocadas a ambos lados de la carretera, en la entrada y salida de los Cruces de Fauna existentes.

Sitio	Coordenadas	Código	Altitud (msnm)
Cruce de Fauna N° 1	17 P 0533704 0994208	T 1 Derecha	109
	17 P 0533683 0994166	T1 Izquierda	105
Cruce de Fauna N° 2	17 P 0533035 0994039	T2 Derecha	65
	17 P 0533032 0994005	T2 Izquierda	64
Cruce de Fauna N° 3	17 P 0532548 0993790	T3 Derecha	84
	17 P 0532570 0993769	T3 Izquierda	77
Cruce de Fauna N°4	17 P 0532470 0993535	T4 Derecha	86
	17 P 0532502 0993551	T4 Izquierda	85
Cruce de Fauna N° 9	17 P 0538132 0984314	T9 Derecha	82
	17 P 0538172 0984337	T9 Izquierda	102

Tabla N°4. Coordenadas de las cinco estaciones con las trampas de lodo colocadas en los cinco sitios aleatorios localizados a lo largo de la carretera a la costa.

Sitio	Kilometraje	Coordenadas	Código	Altitud (msnm)
PA. N° 1	4km+800m	17 P 0532390 0993050	PA N°1 Derecha	98
		17 P 0532460 0993034	PA N°1 Izquierda	82
PA. N° 3	8km+600m	17 P 0533331 0989876	PA N° 3Derecho	93
	7km+900m	17 P 0533017 0990456	PA N°3 Izquierdo	94
PA. N°5	12km+800m	17 P 0535261 0987037	PA N° 5 Derecho	59
		17 P 0535201 0987005	PA N° 5 Izquierdo	61
PA N° 6	14km+700m	17 P 0536053 0986176	PA N° 6 Derecha	64
		17 P 0536197 0986306	PA N° 6 Izquierda	93
PA N° 8	16km+700m	17 P 0537407 0985041	PA N° 8 Derecha	113
		17 P 0537557 0985014	PA N° 8 Izquierda	108

Las trampas de lodo se monitorearon diariamente por 45 días durante la estación lluviosa y por 45 días en la estación seca. Durante la revisión diaria se registraron las huellas y se allanó el lodo para dejarlas nuevamente instaladas para el registro de nuevas huellas. A cada huella obtenida se le registró la fecha, la ubicación de la trampa, las condiciones ambientales, el observador, la especie, el número de individuos, mediciones de la huella, rastro de la huella y una fotografía. Las trampas de lodo no se revisaron durante los periodos de fuertes lluvias ya que la lluvia degrada las huellas.

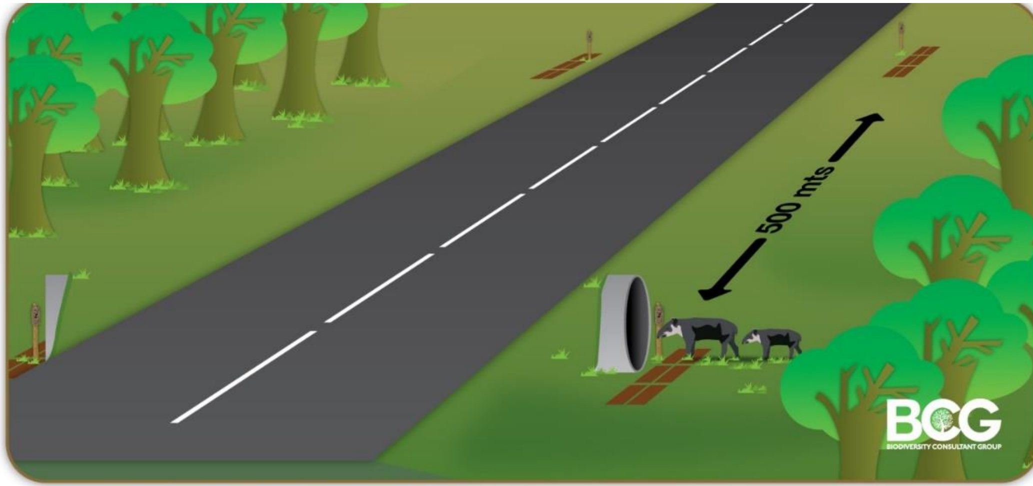


Figura N°2. El gráfico demuestra cómo fueron colocadas las trampas de lodo a ambos lados de la carretera, tanto en las estaciones con estructuras de Cruce de Fauna, como en los sitios escogidos de manera aleatoria.

Indicadores

- El total de cruces (todas las especies en conjunto y cada especie individualmente) es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para Cruce de Fauna, que en ubicaciones al azar (prueba "*t*").
- Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.
- Relación de las capturas de la trampa de lodo (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.

Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas

Se realizó un monitoreo del uso de las estructuras construidas para el cruce por parte de la fauna. Esto se realizó también utilizando cámaras trampas y trampas de lodo. Las cámaras, se montaron en ambos extremos de cada una de las estructuras para Cruce de Fauna, con

el fin de distinguir entre un animal que cruza completamente la estructura, versus los que entran a la estructura pero no completan el cruce. Por esa razón las cámaras se colocaron apuntando en direcciones opuestas con el fin de tomar fotografías de ambos lados de los animales, lo cual facilita la identificación de animales individuales de ciertas especies. Las cámaras estarán colocadas todo el año y se descargarán los datos y se cambiarán las baterías, cada 45 días. La data se analizará también para cada ciclo de 45 días.

Se colocaron seis trampas de lodo en ambos extremos de las estructuras para Cruce de Fauna, por dos periodos de 45 días al año, para coincidir con el monitoreo de las trampas de lodo ubicadas en los Cruces de Fauna descritos anteriormente.

La información obtenida de este componente del programa de monitoreo, será utilizada para determinar si los animales están utilizando las estructuras para cruce y si los patrones de uso están cambiando con el paso del tiempo.

Indicadores

- Número promedio de cruces por un periodo de 45 días (especies en conjunto e individualmente)
- Relación promedio del éxito de cruces por un periodo de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos) por especies en conjunto e individualmente.

Cruce de Fauna Arborícola

A fin de identificar los posibles puntos para cruce de fauna arborícola se realizó un análisis espacial del terreno, incorporando imágenes aéreas tomadas con un Vehículo Aéreo No Tripulado (Drone) con cámara de alta resolución en 4K tomadas a 200 metros de altura con traslape mínimo de 40%.

Se tomaron en total 647 fotografías que cubren el 100% de la carretera que conecta Punta Rincón con el Pioneer Road, con estas fotos se elaboró el mosaico de imágenes de la carretera con el uso del software Pix4d para análisis y generación de un modelo 3D de la carretera.

Por medio del procesamiento digital de las imágenes se analizó la cobertura vegetal al menos 50 metros a cada lado de la carretera y se elaboró un Modelo Digital de Terreno (DEM). A partir de esta información, se generó un modelo tridimensional de la carretera para identificar puntos de anclaje y posible ubicación de Cruces de Fauna Arborícola.

Este modelo digital del terreno se cruzó con información de línea base y monitoreos de fauna a lo largo de la carretera para elegir los lugares con mayor probabilidad de éxito para la ubicación de los cruces de fauna arborícolas.

Los resultados de este análisis del terreno, cobertura vegetal e información de campo permitieron generar un mapa con los sitios en los que se recomienda la ubicación de cruces de fauna para especies arborícolas.

Los sitios escogidos responden a los siguientes criterios (Figura N°3):

A- **Topografía:** La topografía es un elemento clave en la elección y diseño de un Cruce de Fauna Arborícola, el resultado esperado de un Cruce de Fauna, para especies que utilizan el dosel, es que exista una conexión o corredor en el estrato superior del bosque que permita el movimiento y migraciones estacionales de especies de la fauna silvestre que utilizan el dosel como sustrato. La condición ideal es que se puedan conectar las elevaciones ubicadas a ambos lados de la carretera, la existencia de depresiones condiciona a la construcción de infraestructura más robustas y elevadas que permitan la conectividad, sin afectar el tráfico de maquinaria y equipo pesado.

B- **Cobertura vegetal:** El tipo de cobertura vegetal requerido para establecer puentes elevados a nivel de dosel exige que existan árboles lo suficientemente altos y robustos que sirvan de vía de acceso a la estructura de cruce. Tipos de vegetación arbustiva o de rastrojo fueron descartados, por considerarlos no aptos para la instalación de infraestructuras para el cruce de especies arborícolas.

C- **Reportes de Avistamientos:** Aunque el reporte de avistamientos tiene el sesgo estadístico proveniente de la fecha, hora y observador, los reportes que forman parte de los resultados de estudios previos o accidentes vehiculares con fauna sirven para identificar posibles rutas de migración estacional o sitios de cruce naturales. Esta información debidamente tabulada y georreferenciada se utiliza para identificar sitios claves en conjunto con los criterios anteriores.

REGISTRO DE MONITOREO DE TRAMPA CAMARA

Sección T6



Los sitios de cruce de fauna arborea son determinados en funcion de un analisis de cobertura vegetal, topografía y evidencia de rastros o registros de presencia de fauna arbolicola.

Leyenda

Sitio Cruce de Fauna Arborea

0 25 50 75 100 m





Noviembre 2015
Biodiversity Consultant Group.S.A

BCG

Figura N°3. Para la selección de posibles Cruces de Fauna Arborícola, se tomó en cuenta la topografía, la cobertura vegetal y el reporte de avistamientos de fauna arborícola en dichos sitios.

RESULTADOS

Monitoreo de los Sitios de Cruce de Fauna

Este monitoreo se realizó dos veces en un año; del 14 de julio al 27 de agosto de 2015 se obtuvo el primer ciclo de datos, correspondiente a 45 días de la época lluviosa y el segundo ciclo correspondiente a los 45 días de la estación seca se obtuvo del 25 de febrero al 9 de abril de 2016.

Indicador 1: El total de cruces (todas las especies en conjunto y cada especie individualmente) es significativamente mayor en las proximidades de estructuras para Cruce de Fauna, que en ubicaciones al azar (prueba "*t*").

Tabla N°5. Número de cruces, de todas las especies en conjunto (Total) y cada especie individualmente, obtenidos durante 45 días de la estación lluviosa del 2015, con la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

ESTACION LLUVIOSA 2015				
Sitio de trampa	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA (número de cruces)		UBICACIONES AL AZAR (número de cruces)	
	Total	*Leopardus pardalis*	Total	*Leopardus pardalis*
1	**0**	0	**1**	1
2	**0**	0	**0**	0
3	**0**	0	**0**	0
4	**0**	0	**0**	0
5	**0**	0	**0**	0
6	**0**	0	**0**	0
7	**0**	0	**0**	0
8	**0**	0	**0**	0
9	**0**	0	**0**	0
Total	**0**	**0**	**1**	**1**

En la Tabla N°5 se muestra que en la época lluviosa sólo hubo un cruce de *Leopardus pardalis*, en una ubicación al azar. La marca en celeste indica que para los cálculos estadísticos estamos asumiendo que la distribución de esa especie es uniforme en toda el área del proyecto y que aunque se encuentra alrededor de las estructuras de cruce no realizó un cruce a través de ellas.

Tabla N°6. Resultado de la prueba "t", realizada al número de cruces de todas las especies en conjunto (Total), durante 45 días de la estación lluviosa del 2015, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Total		
t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	0	0.111111
Variance	0	0.111111
Observations	9	9
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	-1	
P(T<=t) one-tail	0.173297	
t Critical one-tail	1.859548	
P(T<=t) two-tail	0.346594	
t Critical two-tail	2.306004	

La prueba "t" indica que no existe una diferencia significativa en el número de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar (P > 0.05), para el conjunto de especies, durante la época lluviosa.

Tabla N°7. Resultado de la prueba "t", realizada a las especies individualmente, durante 45 días de la estación lluviosa del 2015, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Leopardus pardalis		
t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	0	0.111111
Variance	0	0.111111
Observations	9	9
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	-1	
P(T<=t) one-tail	0.173297	
t Critical one-tail	1.859548	
P(T<=t) two-tail	0.346594	
t Critical two-tail	2.306004	

Como sólo una especie (*Leopardus pardalis*) registró un cruce durante la época lluviosa, los datos son completamente iguales a los datos de las especies en conjunto, por lo que tampoco existe una diferencia significativa en el número de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar (P > 0.05), para el *Leopardus pardalis*, en la estación lluviosa.

Tabla N°8. Número de cruces, de todas las especies en conjunto (Total) y cada especie individualmente, obtenidos durante 45 días de la estación seca del 2016, con la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

ESTACION SECA 2016						
Sitio de trampa	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA (número de cruces)			UBICACIONES AL AZAR (número de cruces)		
	Total	*Cuniculus paca*	*Dasyprocta punctata*	Total	*Cuniculus paca*	*Dasyprocta punctata*
1	0	0	0	2	0	2
2	0	0	0	0	0	0
3	2	2	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	3	0	3
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	1
9	0	0	0	1	0	1
Total	**2**	**2**	**0**	**7**	**0**	**7**

En la Tabla N°8 se observa que en la estación seca hubo dos especies que realizaron cruces: *Cuniculus paca* realizó dos cruces a través de las estructuras de cruce de fauna, mientras que *Dasyprocta punctata* realizó siete en las ubicaciones al azar. La marca en celeste indica que para los cálculos estadísticos estamos asumiendo que la distribución de esas especies son uniformes en toda el área del proyecto, aunque sólo hayan realizado el cruce en las estructuras de cruce y no en las ubicaciones al azar o viceversa.

Tabla N°9. Resultado de la prueba "t", realizada al número de cruces de todas las especies en conjunto (Total), durante 45 días de la estación seca del 2016, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Total		
t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	0.222222	0.777778
Variance	0.444444	1.194444
Observations	9	9
Hypothesized Mean Difference	0	
df	13	
t Stat	-1.30189	
P(T<=t) one-tail	0.107775	
t Critical one-tail	1.770933	
P(T<=t) two-tail	0.215551	
t Critical two-tail	2.160369	

La prueba "t" indica que no existe una diferencia significativa en el número de cruces entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar ($P > 0.05$), para el conjunto de especies, durante la estación seca.

Tabla N°10. Resultado de la prueba "t", realizada al número de cruces de *Cuniculus paca*, durante 45 días de la estación seca del 2016, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Cuniculus paca		
t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	0.222222	0
Variance	0.444444	0
Observations	9	9
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	1	
P(T<=t) one-tail	0.173297	
t Critical one-tail	1.859548	
P(T<=t) two-tail	0.346594	
t Critical two-tail	2.306004	

La prueba “t” indica que no existe una diferencia significativa en el número de cruces de *Cuniculus paca* entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar (P > 0.05), durante la estación seca.

Tabla N°11. Resultado de la prueba “t”, realizada al número de cruces de *Dasyprocta punctata*, durante 45 días de la estación seca del 2016, utilizando la data de las estructuras para cruce de fauna y de las ubicaciones al azar.

Dasyprocta punctata		
t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	0	0.777778
Variance	0	1.194444
Observations	9	9
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	-2.13498	
P(T<=t) one-tail	0.032642	
t Critical one-tail	1.859548	
P(T<=t) two-tail	0.065285	
t Critical two-tail	2.306004	

Al igual que lo obtenido para *Cuniculus paca*, la prueba “t” indica que no existe una diferencia significativa en el número de cruces de *Dasyprocta punctata* entre estructuras de cruces de fauna y las ubicaciones al azar (P > 0.05), durante la estación seca.

Indicador 2: Relación de capturas de la cámara trampa (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.

Tabla N°12. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las nueve estaciones colocadas en los sitios donde hay estructuras para cruce de fauna, durante 45 días de la estación lluviosa.

Sitio de trampa	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA (número de individuos) ESTACIÓN LLUVIOSA						
	Total	*Cuniculus paca*	*Dasyprocta punctata*	*Didelphis marsupialis*	*Herpailurus yaguarondi*	*Leopardus pardalis*	*Puma concolor*
1	**0**	0	0	0	0	0	0
2	**2**	0	1	0	1	0	0
3	**6**	5	0	0	1	0	0
4	**0**	0	0	0	0	0	0
5	**1**	1	0	0	0	0	0
6	**0**	0	0	0	0	0	0
7	**2**	0	0	1	0	1	0
8	**1**	0	0	0	0	0	1
9	**0**	0	0	0	0	0	0
Total	**12**	**6**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**

En la Tabla N°12 se observa que hay 6 especies de mamíferos que fueron capturados con las trampas cámaras, en los sitios que presentaban estructuras para cruce de fauna, en los 45 días de toma de fotos durante la estación lluviosa. Se obtuvo 12 registros, la mitad de ellos correspondientes al *Cuniculus paca*.

Tabla N°13. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las nueve estaciones colocadas en las ubicaciones al azar, durante 45 días de la estación lluviosa.

Sitio de trampa	UBICACIONES AL AZAR (número de individuos) ESTACIÓN LLUVIOSA												
	Total	*Cun. paca*	*Dasypr. Puncta.*	*Dasypu. novem.*	*Dide. mar.*	*Eira barb.*	*Herpa. Yagua.*	*Leopa. Parda.*	*Maza. Tema.*	*Panth. onca*	*Procy. Can.*	*Puma conco.*	*Tam. Mexi.*
1	**55**	0	44	2	0	1	0	3	0	1	1	0	1
2	**9**	0	5	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0
3	**22**	1	16	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0
4	**9**	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2	0
5	**57**	0	52	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0
6	**77**	2	57	1	7	2	0	1	0	0	1	0	2
7	**28**	0	23	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0
8	**28**	0	17	1	1	0	0	6	0	0	1	1	0
9	**10**	1	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	**295**	**4**	**220**	**8**	**10**	**4**	**2**	**17**	**8**	**1**	**4**	**6**	**3**

En la Tabla N°13 se observa que 12 especies de mamíferos fueron capturados con las trampas cámaras, en las ubicaciones al azar, en los 45 días de toma de fotos durante la estación lluviosa. Se obtuvo en total 295 registros, la mayor parte de ellos corresponden a *Dasyprocta punctata* (220).

Tabla N°14. Índice obtenido de la relación de las capturas en trampas cámaras (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar), durante 45 días de la estación lluviosa.

INDICADOR	RELACION DE LAS CAPTURAS EN TRAMPAS CAMARA (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar) ESTACIÓN LLUVIOSA
Total	0.041
Cuniculus paca	1.500
Dasyprocta punctata	0.005
Dasypus novemcinctus	0
Didelphis marsupialis	0.100
Eira barbara	0
Herpailurus yaguarondi	1.000
Leopardus pardalis	0.059
Mazama temama	0
Panthera onca	0
Procyon cancrivorus	0
Puma concolor	0.167
Tamandua mexicana	0

La Tabla N°14 presenta los índices de la relación de las capturas en trampas cámaras, obtenidos durante 45 días de la estación lluviosa. Los valores iguales a 1 indican que hay igual número de individuos registrados cerca de las estructuras para cruce que en las ubicaciones al azar; valores menores que 1 indican que hay más registros en los alrededores de las ubicaciones al azar que alrededor de las estruturas de cruce de fauna; valores mayores a 1 indican que hay más registros en los alrededores de las estructuras que en las ubicaciones al azar; y valores igual a cero (están marcados en celeste) indican que sólo fueron registrados en los alrededores de las ubicaciones al azar.

Para el conjunto de especies (total) el índice nos indica que en la época lluviosa se observan más individuos en las ubicaciones al azar que en los alrededores de las estructuras para cruce de fauna. Sin embargo, a nivel de especies, se observa que el *Cuniculus paca* frecuenta más las áreas donde hay estructuras para cruce de fauna que las ubicaciones al azar; y el *Herpailurus yaguarondi* aparentemente utiliza por igual ambos sitios en la temporada seca. El resto de los animales tienen índice por debajo de 1 indicando claramente que durante la temporada lluviosa están transitando más por los alrededores de las ubicaciones al azar, que en los alrededor de las estructuras de cruce de fauna.

Seis especies tienen valores igual a 0 indicando que esas seis especies sólo fueron registradas en las ubicaciones al azar durante la temporada lluviosa.

Tabla N°15. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las nueve estaciones colocadas en los sitios donde hay estructuras para cruce de fauna, durante 45 días de la estación seca.

Sitio de trampa	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA (número de individuos) ESTACIÓN SECA				
	Total	*Cuniculus paca*	*Didelphis marsupialis*	*Leopardus pardalis*	*Puma concolor*
1	**0**	0	0	0	0
2	**2**	2	0	0	0
3	**6**	4	0	1	1
4	**2**	2	0	0	0
5	**2**	2	0	0	0
6	**2**	0	0	2	0
7	**2**	0	1	1	0
8	**7**	7	0	0	0
9	**0**	0	0	0	0
Total	**23**	**17**	**1**	**4**	**1**

En la Tabla N°15 se observa que hay 4 especies de mamíferos que fueron capturados con las trampas cámaras, en los sitios que presentaban estructuras para cruce de fauna, en los 45 días de toma de fotos durante la estación seca. Se obtuvo 23 registros, la mayoría (17) correspondientes al *Cuniculus paca*.

Tabla N°16. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las cámaras trampas en las nueve estaciones colocadas en ubicaciones al azar, durante 45 días de la estación seca.

Sitio de trampa	UBICACIONES AL AZAR (número de individuos) ESTACIÓN SECA										
	Total	*Cun. paca*	*Dasypr. Puncta.*	*Dasypu. Novemc.*	*Dide. Mar.*	*Eira barb.*	*Leopardus pardalis*	*Leopa. Tigrin.*	*Pec. Taja.*	*Puma conco.*	*Tapir. bairdii*
1	30	4	18	1	0	0	6	0	0	0	1
2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9	1	3	0	0	1	1	0	1	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	26	0	15	1	1	7	2	0	0	0	0
6	43	0	31	0	8	0	0	2	0	0	1
7	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	17	0	13	0	2	0	0	0	0	1	0
9	34	1	26	1	0	3	0	0	0	0	3
Total	**168**	**6**	**115**	**3**	**11**	**11**	**9**	**2**	**1**	**1**	**7**

En la Tabla N°16 se observa que 10 especies de mamíferos fueron capturados con las trampas cámaras, en las ubicaciones al azar, en los 45 días de toma de fotos durante la estación seca. Se obtuvo en total 168 registros, la mayor parte de ellos, al igual que durante la estación lluviosa, corresponden a *Dasyprocta punctata* (115).

Tabla N°17. Índice obtenido de la relación de las capturas en trampas cámaras (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar), durante 45 días de la estación seca.

INDICADOR	RELACION DE LAS CAPTURAS EN TRAMPAS CAMARA (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar) ESTACIÓN SECA
Total	0.137
Cuniculus paca	2.833
Dasyprocta punctata	0
Dasypus novemcinctus	0
Didelphis marsupialis	0.091
Eira barbara	0
Leopardus pardalis	0.444
Leopardus tigrinus	0
Pecari tajacu	0
Puma concolor	1.000
Tapirus bairdii	0

La Tabla N°17 presenta los índices de la relación de las capturas en trampas cámaras, obtenidos durante 45 días de la estación seca. Los valores iguales a 1 indican que hay igual número de individuos registrados cerca de las estructuras para cruce que en las ubicaciones al azar; valores menores que 1 indican que hay más registros en los alrededores de las ubicaciones al azar que alrededor de las estruturas de cruce de fauna; valores mayores a 1

indican que hay más registros en los alrededores de las estructuras que en las ubicaciones al azar; y valores igual a cero (están marcados en celeste) indican que sólo fueron registrados en los alrededores de las ubicaciones al azar.

Para el conjunto de especies (total) el índice nos indica que en la época seca se observan más individuos en las ubicaciones al azar que en los alrededores de las estructuras para cruce de fauna, resultado similar a lo encontrado en la estación lluviosa.

Sin embargo, a nivel de especies, se observa que el *Cuniculus paca* frecuenta más las áreas donde hay estructuras para cruce de fauna que las ubicaciones al azar, con un índice mayor que para la temporada lluviosa (2.833 vs 1.5); y el *Puma concolor* aparentemente utiliza por igual ambos sitios en la temporada seca. El resto de los animales tienen índice por debajo de 1 indicando claramente que durante la temporada seca están transitando más por los alrededores de las ubicaciones al azar, que en los alrededor de las estructuras de cruce de fauna, similar a lo registrado en la temporada lluviosa.

Seis especies tienen valores igual a 0 indicando que esas seis especies sólo fueron registradas en las ubicaciones al azar durante la temporada seca.

Indicador 3: Relación de las capturas de la trampa de lodo (ubicaciones de las estructuras para cruce/ubicaciones al azar) para especies en conjunto y para especies individualmente.

Tabla N°18. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las trampas de lodo, en las cinco estaciones colocadas en los sitios donde hay estructuras para cruce de fauna, durante 45 días de la estación lluviosa.

Sitio de trampa	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA (número estimado de individuos) ESTACIÓN LLUVIOSA			
	Total	*Dasyprocta punctata*	*Dasypus novemcinctus*	Roedor sp.1
1	**2**	0	1	1
2	**1**	0	1	0
3	**0**	0	0	0
4	**0**	0	0	0
5	**1**	1	0	0
Total	**4**	**1**	**2**	**1**

En la Tabla N°18 se observa que sólo 3 especies de mamíferos fueron capturados con las trampas de lodo, en los sitios que presentaban estructuras para cruce de fauna, en los 45 días de muestreo en la estación lluviosa. Se obtuvieron 4 registros, la mitad de ellos corresponden a *Dasypus novemcinctus*. Una huella de roedor no pudo ser identificada a especie.

Tabla N°19. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las trampas de lodo en las cinco estaciones colocadas en las ubicaciones al azar, durante 45 días de la estación lluviosa.

Sitio de trampa	UBICACIONES AL AZAR (número estimado de individuos) ESTACIÓN LLUVIOSA						
	Total	*Dasyprocta punctata*	*Dasypus novemcinctus*	Felino	*Leopardus pardalis*	*Sylvilagus gabbii*	*Tapirus bairdii*
1	**9**	6	2	0	0	1	0
2	**11**	8	1	0	0	1	1
3	**14**	9	1	1	0	3	0
4	**5**	2	0	0	0	3	0
5	**7**	5	1	0	1	0	0
Total	**46**	**30**	**5**	**1**	**1**	**8**	**1**

En la Tabla N°19 se observa que 6 especies de mamíferos fueron capturados con las trampas de lodo, en las ubicaciones al azar, en los 45 días de toma de fotos durante la estación lluviosa. Se obtuvo en total 46 registros, la mayor parte de ellos corresponden a *Dasyprocta punctata* (30).

Tabla N°20. Índice obtenido de la relación de las capturas en trampas de lodo (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar), durante 45 días de la estación lluviosa.

INDICADOR	RELACION DE LAS CAPTURAS EN TRAMPA DE ARENA (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar) ESTACIÓN LLUVIOSA
Total	0.087
Dasyprocta punctata	0.033
Dasypus novemcinctus	0.400
Leopardus pardalis	0
Sylvilagus gabbii	0
Tapirus bairdii	0

La Tabla N°20 presenta los índices de la relación de las capturas en trampas de lodo, obtenidos durante 45 días de la estación lluviosa. Los valores iguales a 1 indican que hay igual número de individuos registrados cerca de las estructuras para cruce que en las ubicaciones al azar; valores menores que 1 indican que hay más registros en los alrededores de las ubicaciones al azar que alrededor de las estruturas de cruce de fauna; valores mayores a 1 indican que hay más registros en los alrededores de las estructuras que en las ubicaciones al azar; y valores igual a cero (están marcados en celeste) indican que sólo fueron registrados en los alrededores de las ubicaciones al azar.

Para el conjunto de especies (total) el índice nos indica que en la época lluviosa se observan más individuos, en las trampas de lodo, en las ubicaciones al azar que en los alrededores de las estructuras para cruce de fauna. Igual resultado se obtuvo a nivel de especie individualmente. Dos especies tienen índice por debajo de 1 indicando claramente que

durante la temporada lluviosa están transitando más por los alrededores de las ubicaciones al azar, que en los alrededor de las estructuras de cruce de fauna.

Y tres especies tienen valores igual a 0 indicando que esas tres especies sólo fueron registradas en las ubicaciones al azar durante la temporada lluviosa.

Tabla N°21. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las trampas de lodo en las cinco estaciones colocadas en los sitios donde hay estructuras para cruce de fauna, durante 45 días de la estación seca.

Sitio de trampa	ESTRUCTURAS DE CRUCES DE FAUNA (número estimado de individuos) ESTACIÓN SECA									
	Total	*Dasyprocta punctata*	*Dasypus novemcinc.*	*Didelphis marsupialis*	*Eira barbara*	*Leopardus pardalis*	*Puma concolor*	Rodentia sp.1	*Sylvilagus gabbii*	*Tamandua mexicana*
1	**6**	3	0	0	0	1	1	0	1	0
2	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	**5**	3	0	1	0	0	0	0	1	0
4	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	**5**	0	1	2	1	0	0	0	1	0
6	**7**	3	2	2	0	0	0	0	0	0
7	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	**8**	2	3	0	1	0	0	1	0	1
9	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	**31**	**11**	**6**	**5**	**2**	**1**	**1**	**1**	**3**	**1**

En la Tabla N°21 se observa que hay 9 especies de mamíferos que fueron capturados con las trampas de lodo, en los sitios que presentaban estructuras para cruce de fauna, en los 45 días de toma de datos durante la estación seca. Se obtuvo 31 registros, la mayoría (11) correspondientes a *Dasyprocta punctata*.

Tabla N°22. Data de los individuos por especie que fueron capturados a través de las trampas de lodo en las cinco estaciones colocadas en ubicaciones al azar, durante 45 días de la estación seca.

Sitio de trampa	UBICACIONES AL AZAR (número estimado de individuos) ESTACIÓN SECA								
	Total	*Cuniculus paca*	*Dasypus novemcinctus*	*Didelphis marsupialis*	*Hoplomys gymnurus*	*Leopardus pardalis*	*Metachirus nudicaudatus*	*Sylvilagus gabbii*	*Tamandua mexicana*
1	**5**	0	0	0	0	1	0	4	0
2	**2**	0	0	1	0	0	0	1	0
3	**16**	4	1	0	1	0	4	5	1
4	**4**	1	0	0	0	0	0	3	0
5	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0
6	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0
7	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0
8	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0
9	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	**27**	**5**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**13**	**1**

En la Tabla N°22 se observa que 8 especies de mamíferos fueron capturados con las trampas de lodo, en las ubicaciones al azar, en los 45 días de toma de datos durante la estación seca. Se obtuvo en total 27 registros, la mayoría de ellos corresponden a *Silvilagus gabbi* (13).

Tabla N°23. Índice obtenido de la relación de las capturas en trampas de lodo (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar), durante 45 días de la estación seca.

INDICADOR	RELACION DE LAS CAPTURAS EN TRAMPA DE ARENA (estructuras de cruces de fauna/ubicaciones al azar) ESTACIÓN SECA
Total	1.148
Cuniculus paca	0
Dasypus novemcinctus	6.000
Didelphis marsupialis	5.000
Hoplomys gymnurus	0
Leopardus pardalis	1.000
Metachirus nudicaudatus	0
Sylvilagus gabbii	0.231
Tamandua mexicana	1.000

La Tabla N°23 presenta los índices de la relación de las capturas en trampas de lodo, obtenidos durante 45 días de la estación seca. Los valores iguales a 1 indican que hay igual número de individuos registrados cerca de las estructuras para cruce que en las ubicaciones al azar; valores menores que 1 indican que hay más registros en los alrededores de las ubicaciones al azar que alrededor de las estruturas de cruce de fauna; valores mayores a 1 indican que hay más registros en los alrededores de las estructuras que en las ubicaciones al azar; y valores igual a cero (están marcados en celeste) indican que sólo fueron registrados en los alrededores de las ubicaciones al azar.

Para el conjunto de especies (total) el índice nos indica que en la época seca se observan más individuos, en las trampas de lodo, en los sitios donde hay estructuras para cruce de fauna que en las ubicaciones al azar, ya que es un índice arriba de 1. Igual resultado encontramos para dos especies independientemente, el *Dasypus novemcinctus* y *Didelphis marsupialis* (Índices de 6.0 y 5.0 respectivamente).

Dos especies tiene un índice igual a 1 (*Leopardus pardalis* y *Tamandua mexicana*) indicándonos que ellas pueden encontrarse por igual en ambos sitios. Silvilagus gabbii, con un índice por debajo de 1 demostró con las trampas de lodo en la época seca que suele frecuentar más las ubicaciones al azar que los sitios dónde hay estructuras de cruce de fauna.

Y tres especies tienen valores igual a 0 indicando que esas tres especies sólo fueron registradas en las ubicaciones al azar durante la temporada seca.

Monitoreo de la Efectividad de las Estructuras de Cruce Construidas

Los indicadores para el uso de las estructuras de Cruce de Fauna se calcularon para cada periodo de monitoreo, que es la frecuencia con que se visitan las cámaras para descargar datos y cambiar las baterías (cada 45 días). Aquí se presenta el análisis de la data de los 6 primeros periodos de 45 días. A la fecha ya se han realizado los 8 ciclos de 45 días y se está procesando la data de los últimos dos periodos.

No hay un objetivo a priori para el número de cruces de animales para cada periodo; la expectativa es que puede tomar un tiempo considerable para que los animales utilicen regularmente los cruces, por lo tanto la tendencia debe ser que los indicadores aumenten con el paso del tiempo.

Indicador 1: Número promedio de cruces por periodos de 45 días (especies en conjunto e individualmente).

Tabla N°24. Número promedio de cruces por cada periodo de 45 días.

Períodos de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos
Período 1 (14 de julio 2015 - 27 de agosto 2015)			
Total	**0**	**12**	**0**
Cuniculus paca	0	**6**	0
Dasyprocta punctata	0	1	0
Didelphis marsupialis	0	1	0
Herpailurus yaguarondi	0	2	0
Leopardus pardalis	0	1	0
Puma concolor	0	1	0
Período 2 (28 de agosto 2015 - 12 de octubre 2015)			
Total	**2**	9	**0.22**
Cuniculus paca	2	2	0.22
Didelphis marsupialis	0	2	0
Eira barbara	0	1	0
Leopardus pardalis	0	1	0
Mazama temama	0	1	0
Rodentia sp.1	0	1	0
Sylvilagus gabbii	0	1	0
Período 3 (13 de octubre 2015 - 26 de noviembre 2015)			

Períodos de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Número Promedio de Cruces Exitosos
Total	**5**	27	**0.56**
Cuniculus paca	5	22	0.56
Didelphis marsupialis	0	3	0
Pecari tajacu	0	1	0
Sylvilagus gabbii	0	1	0
Período 4 (27 de noviembre 2015 – 10 de enero 2016)			
Total	**2**	33	**0.22**
Cuniculus paca	2	32	0.22
Leopardus pardalis	0	1	0
Período 5 (11 de enero de 2016 – 24 de febrero 2016)			
Total	**7**	**29**	**0.78**
Cuniculus paca	7	25	0.78
Dasyprocta punctata	0	2	0
Eira barbara	0	1	0
Leopardus pardalis	0	1	0
Período 6 (25 de febrero de 2016 – 9 de abril de 2016)			
Total	**2**	**21**	**0.22**
Cuniculus paca	**2**	15	0.22
Didelphis marsupialis	0	1	0
Leopardus pardalis	0	4	0
Puma concolor	0	1	0

Con este indicador obtenemos un índice sencillo que está expresado por el número promedio de cruces que se obtienen cada 45 días. No observamos diferencia en el valor del índice para las especies en conjunto (Total) con respecto a las especies individualmente, ya que los datos reflejan en conjunto y a nivel de especie, a los datos de la única especie que realizó cruces exitosos, el *Cuniculus paca*.

Observamos también, que no hay un patrón de aumento constante en el índice, a medida que pasa el tiempo, pero realmente es muy temprano para asumir que hay una tendencia, sin embargo se espera que este índice aumente con los años.

Indicador 2: Relación promedio del éxito de cruces por un periodo de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos) por especies en conjunto e individualmente.

Tabla N°25. Relación promedio de éxito de cruces por cada periodo de 45 días.

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Relación Promedio del Éxito de Cruces (número de cruces exitosos/número total de intentos)
Período 1 (14 de julio 2015 - 27 de agosto 2015)			
Total	**0**	**12**	**0**
Cuniculus paca	0	**6**	0
Dasyprocta punctata	0	1	0
Didelphis marsupialis	0	1	0
Herpailurus yaguarondi	0	2	0
Leopardus pardalis	0	1	0
Puma concolor	0	1	0
Período 2 (28 de agosto 2015 - 12 de octubre 2015)			
Total	**2**	9	**0.07**
Cuniculus paca	2	2	0.07
Didelphis marsupialis	0	2	0
Eira barbara	0	1	0
Leopardus pardalis	0	1	0
Mazama temama	0	1	0
Rodentia sp.1	0	1	0
Sylvilagus gabbii	0	1	0
Período 3 (13 de octubre 2015 - 26 de noviembre 2015)			
Total	**5**	27	**0.03**
Cuniculus paca	5	22	0.03
Didelphis marsupialis	0	3	0
Pecari tajacu	0	1	0
Sylvilagus gabbii	0	1	0
Período 4 (27 de noviembre 2015 – 10 de enero 2016)			
Total	**2**	33	**0.02**
Cuniculus paca	2	32	0.02
Leopardus pardalis	0	1	0
Período 5 (11 de enero de 2016 – 24 de febrero 2016)			
Total	**7**	**29**	**0.07**

Período de 45 días y Especies	Número de Cruces Exitosos	Número de Cruces no Exitosos	Relación Promedio del Éxito de Cruces (número de cruces exitosos/número total de intentos)
Cuniculus paca	7	25	0.07
Dasyprocta punctata	0	2	0
Eira barbara	0	1	0
Leopardus pardalis	0	1	0
Período 6 (25 de febrero de 2016 – 9 de abril de 2016)			
Total	**2**	**21**	**0.06**
Cuniculus paca	**2**	15	0.06
Didelphis marsupialis	0	1	0
Leopardus pardalis	0	4	0
Puma concolor	0	1	0

Este indicador de la relación promedio del éxito de cruces por un periodo de 45 días (número de cruces exitosos/número total de intentos ya sean exitosos e infructuosos) por especies en conjunto e individualmente, es muy parecido al anterior y es otra forma de evaluar el éxito de los cruces de fauna, al igual que el indicador anterior, los datos de las especies en conjunto y las especies individualmente reflejan el mismo valor, ya que los resultados de ambos están basados en los 6 periodos de 45 días analizados, con la única especie que realizó cruces exitosos, el *Cuniculus paca*.

También, similar al indicador anterior, no hay un patrón de aumento constante en el índice, a medida que pasa el tiempo, pero realmente es muy temprano para asumir que hay una tendencia, sin embargo se espera que este índice aumente con los años.

Cruces de Fauna Arborícola

Selección y recomendación de sitios para la instalación de estructuras de cruce de fauna arborícola.

En la Figura N°4, se muestra un ejemplo de los mosaicos confeccionados, con fotografías aéreas realizadas con el Drone, y su análisis hasta obtener una vista general de toda la carretera; en la Figura N°5 se muestra una imagen de cómo deben ser los sitios óptimos para la construcción de dichos Cruces.



Figura N°4. Fotografías tomadas por el Drone y que fueron utilizadas para crear un mosaico de imágenes de la carretera y nos permite visualizar la topografía y vegetación.



Figura N°5. Área apropiada para la instalación de cruces de fauna arborícola, la presencia de árboles altos, la distancia reducida entre los márgenes de la carretera y la topografía indican que este tramo de carretera es elegible para la instalación de un cruce para fauna arborícola.

Tomando en consideración los criterios de elección de sitios por medio del uso de herramientas de análisis espacial, se identificaron 12 posibles sitios para instalar estructuras para el cruce de fauna arborícola. Las coordenadas de estos puntos están en la Tabla N° 26 y el mapa que ilustra la ubicación de estos sitios sobre el tramo de 20 km de carretera entre Punta Rincón y el Proyecto Mina de Cobre Panamá se muestra en la Figura N°6.

Tabla N°26. Coordenadas de los sitios recomendados para la construcción de cruces de fauna arborícola.

Paso #	Coordenada en UTM
1	17P 538169 0984094
2	17P 535450 0986434
3	17P 533836 0987840
4	17P 533825 0988289
5	17P 533721 0988704
6	17P 533237 0989926
7	17P 532453 0990871
8	17P 532580 0993660
9	17P 533709 0994179
10	17P 538388 0983633
11	17P 534286 0987413
12	17P 536591 0985984

Figura N°6. Mapa indicando los sitios más recomendables para la instalación de cruces de fauna arborícola

UBICACIÓN DE CRUCES PARA FAUNA ARBORÍCOLA

Carretera a la Costa
Proyecto Cobre Panamá

Localizacion Geográfica

Escala: 1:100,000

0 1 2 3 4 5 km

Leyenda

Trazado de la Carretera
Ríos principales
Cruces de Fauna Arborícola

Indice de Biodiversidad_2013

0.000000
0.638185
1.276370
1.914555
2.552740

Google Terrain_2015

Río Caimito
Río Rinconcito
Río del Medio
Río Petaquilla
Río San Roque
Río San Lucas
Río Hota

Elaborado por: BCG

Para: Minera Panamá

Recomendaciones para el diseño de las estructuras para cruce de fauna arborícola

Los tipos y diseños de las infraestructuras para pasos de fauna arborícola, deben ajustarse a las condiciones de terreno y ser lo suficientemente flexibles para que permitan su uso por varias especies o más de un individuo a la vez. Los materiales han de ser resistentes a la intemperie y deben requerir un mantenimiento mínimo.

Lo ideal es que la estructura de cruce sea conectada desde los árboles en cada lado de la carretera, en los sitios elegidos por su topografía y condiciones del dosel, prefiriendo sitios con árboles con alturas entre 20 y 30 metros, de fuste recto y copas frondosas. Pero si esto no es posible, entonces se pueden construir columnas a ambos lados. Para tal caso, las estructuras recomendadas consisten en columnas de 10 a 20 m de altura, en cada extremo de la carretera. Las columnas podrián ser de madera curada, utilizando postes eléctricos o de concreto postensado según disponibilidad de materiales, separados entre sí por un máximo de 2.40 m. Cada columna debería estar anclada al suelo por tensores de cable de acero, anclados en mojones de concreto con estructura interna de hierro, para evitar desplazamientos del poste por tensión.

Para que la plataforma sea duradera, lo recomendable es que sea de malla tipo ciclón con recubrimiento plástico de color verde, para simular el entorno y extender la durabilidad de la estructura ante los procesos de oxidación provocados por elementos ambientales (lluvia, polvo, rayos UV). Esta malla puede tener un ancho de hasta 2.40 metros extendiéndose hasta el otro extremo y soportada por cables de acero trenzado de 3/8”. Tambien se pueden usar materiales como sogas gruesas y resistentes como las utilizadas en la navegación.

Lo recomendable es que la plataforma sea de dos niveles, el primero servirá como superficie para la colonización de lianas que permitan la conectividad ecológica del dosel, en tanto que el nivel inferior proporcionará un hábitat adecuado para el cruce de pequeñas especies que evitan exponerse al ataque de depredadores y prefieren movilizarse debajo del dosel (Figura N°7, 8 y 9).

La altura, con respecto a la capa de rodadura de la carretera, debe ser de al menos 6 m, condición que habrá que tenerse en cuenta al momento del diseño final de las infraestructuras.

Las estructuras de cruce podrían tener distintas configuraciones dependiendo de la configuración del terreno en los laterales de la carretera.

Tabla N°27. Resumen de las características de una estructura de cruce de fauna arborícola de malla.

Columnas	
Material	Madera curada/ Concreto postensado
Altura típica	20 m
Diámetro	20 cm
Plataforma de cruce	
Material	Malla tipo Ciclón, impermeabilizada
Ancho típico	2.40 m
Calibre	12 (2.67 mm) o superior
Cableado	
Material	Cable de acero trenzado para uso general 6 x 36 WS
Diámetro	9.5 mm

Figura N°7. Ejemplo de estructura para cruce de fauna arborícola*



***El diagrama es mostrado como ejemplo, no es indicativo que las estructuras de cruce de fauna costruidas tendrán este diseño.**

REGISTRO FOTOGRÁFICO

En las Figuras N°10 a la N°24 de este Registro Fotográfico se presentan fotos de las diversas actividades de este Proyecto.



Figura N°10. Personal trabajando en la colocación de trampas de lodo. En los sitios escogidos para su instalación, se colocaron seis de ellas.



Figura N°11. Trampa de lodo ya instalada en la salida de un Cruce de Fauna. Ellas fueron monitoreadas por 45 días durante la época lluviosa y 45 durante la época seca.



Figura N°12. Instalación de las cámaras trampas en los Cruces de Fauna, en la foto se observa la instalación de una de ellas mirando hacia la entrada del túnel del Cruce de Fauna.



Figura N°13. Cámaras trampas colocada en pilotes. En cada estación se colocaron dos cámaras, una viendo hacia el túnel y la otra enfocando hacia afuera del túnel, en esta foto se aprecia también una estación de trampa de lodo debidamente instalada.



Figura N°14. Instalación de las trampas de lodo en los puntos aleatorios.



Figura N°15. Trampa de lodo, en sitio aleatorio, estos sitios están a una distancia aproximada de 20 m de la carretera.



Figura N°16. Instalación de las estaciones de cámaras trampas en los puntos aleatorios, en total fueron 9 estaciones escogidas al azar en ambos lados de la carretera.



Figura N°17. *Herpailurus yaguarondi* fotografiado fuera del Cruce de Fauna CR02.



Figura N°18. *Herpailurus yaguarondi* fotografiado fuera del Cruce de Fauna CR03.



Figura N°19. *Galictis vittata* fotografiado en la entrada del cruce de fauna CR04, sin embargo no se registró en la estación de cámara trampa instalada en la otra salido del Cruce de Fauna.



Figura N°20. Registro fotográfico en uno de los punto aleatorios, se observa una pareja de Tairas, *Eira barbara*; al fondo se observa la carretera.



Figura N°21. Registro fotográficos en uno de los puntos aleatorios, se aprecia a un oso hormiguero, *Tamandua mexicana*, al fondo se distingue la carretera.



Figura N°22. Único registro hasta el momento de jaguar, *Panthera onca*, en este periodo de muestreo; el registro corresponde a una de las estaciones de los puntos aleatorios.



Figura N°23. Venado corzo, *Mazama temama*, con su cría. Fotografiado en uno de los sitios aleatorios.



Figura N°24. Puma, *Puma concolor*, este mismo individuo había sido registrado en el estudio de MWH en el 2003.